

KARAKTERISTIK BUAH DAN BIJI KAKAO (*Theobroma cacao* L.) PADA BERBAGAI ALTITUDE DI DATARAN TINGGI HUMBAHAS

[The Characteristic of Cocoa Pod and Bean on Several Altitudes of Humbahas Highland]

Nurdin Sitohang¹, dan Peby Sitanggang²

^{1,2}Program Study of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Universitas Katolik Santo Thomas, Jl. Setia Budi No.479-F, Medan 20132, Indonesia

ABSTRACT

The cocoa beans of small holder were usually still low quality, one of it caused by planting location of various altitude. The focus of this research were characteristic of cocoa pod and beans on several altitudes in Humbahas highland. The research method were survey as purposive sampling on four altitudes as 865, 960, 1030, and 1118 m from sea levels. The observed parameters were pod size, pod diameter, pod volume, dry weight of pods, dry weight of kolven, dry weight of beans, bean count per pod, and dry weight per bean at 4 different altitudes in Humbahas highland (>800 m asl) with 10 pods (replications) at each altitudes. The results of research showed that: pod size increased, pod diameter increased, pod dry weight increased, dry weight of beans increased, bean count per pod increased, and dry weight each bean increased with the increasing of altitude. The best pods and beans were at altitude of 960 m asl, namely fruit length 18.10 cm, fruit dry weight 85,92 g, beans dry weight 39,02 g, number of beans per fruit 38,7 and average weight per bean 1,02 g. The physical characteristics of cocoa pods and beans are still in the normal category.

Key words : *characteristic, pod, bean, cocoa, and altitude*

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan satu komoditas unggulan perkebunan dengan prospek yang cukup baik untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat karena sebagian besar perkebunan kakao diusahakan sebagai perkebunan rakyat ($\pm 94,01\%$). Luas areal kakao di Indonesia pada tahun 2020 yakni 1.528.300 ha dengan produksi 713.378 ton menurun dibanding tahun 2019 dengan luas areal 1.560.900 ha dan produksi 734.796 ton. Penurunan luas areal terjadi sejak tahun 2017 yang disebabkan oleh perubahan iklim yang berimbas pada perubahan penggunaan lahan dan sebagian tanaman tua dan rusak (Ditjenbun, 2021). Di daerah Sumatera Utara luas areal perkebunan kakao mencapai 61.394 ha dengan produksi sebesar 25.065 ton (Ditjenbun, 2019).

Daya saing ekspor biji kakao Indonesia masih cukup kompetitif. Pengelolaan kakao dalam bentuk perkebunan rakyat umumnya masih sederhana dibandingkan dengan perkebunan besar (baik swasta maupun milik negara). Produktivitas kakao perkebunan rakyat sekitar 497 kg per ha

masih sangat rendah, selain itu kualitas kakao yang dihasilkan juga lebih rendah karena cara pengelolaannya yang sederhana (Rubiyo dan Siswanto, 2012). Nilai ekonomi pemasaran kakao akan dipengaruhi oleh mutu biji yaitu; berat biji, kulit ari, kadar lemak, kadar air, bau, kadar biji pecah, benda asing, biji tidak terfermentasi, dan biji pipih (Siregar, Riyadi dan Nuraeni, 2014).

Mutu fisik biji kakao umumnya dipengaruhi oleh spesifik lokasi penanaman seperti ketinggian tempat, iklim, bahan tanaman, teknik budidaya, dan pemeliharaan tanaman. Ketinggian optimum untuk pertumbuhan kakao antara 0-600 m dpl (Wahyudi, Panggabean dan Pujiyanto, 2008). Menurut Prawoto dan Karneni (1994), semakin tinggi letak lokasi penanaman kakao semakin besar ukuran biji, semakin rendah kadar kulit, dan semakin besar kadar lemaknya. Menurut Alam, Saleh, dan Hutomo (2010), berat buah kakao terbaik ditemukan pada ketinggian 400-900 m dpl, sedangkan mutu biji terbaik ditemukan pada ketinggian 400-800 m dpl. Ukuran biji kakao yang bermutu baik (kelas A, B, dan C) ditetapkan antara 1,0-1,2 g per biji atau setara dengan 85-100 biji per 100 g, makin kecil ukuran biji makin

rendah mutunya. Biji kelas A jumlahnya 90-100 biji per 100 g, biji kelas B jumlahnya 100-110 biji per 100 g dan biji kelas C jumlahnya 110-120 butir per 100 g contoh (Siregar *dkk*, 2014).

Lokasi penanaman kakao yang masih ideal di Indonesia terletak pada altitude <800 m dpl (Siregar *dkk*, 2014). Sampai saat ini budidaya kakao terus berkembang ke dataran yang lebih tinggi, ternyata pada ketinggian 700-1.350 m dpl tanaman kakao masih dapat tumbuh dan berkembang dengan baik serta mutu buahnya tidak jauh berbeda dibandingkan dengan dataran rendah. Di Sumatera Utara, perkebunan kakao banyak dijumpai di dataran rendah, namun penanaman kakao oleh petani telah dijumpai di dataran tinggi seperti di Kabupaten Samosir pada ketinggian >904 m dpl (Azantaro, 2021), di Kabupaten Humbahas (Humbang Hasundutan) pada ketinggian >800 m dpl (Harianja, 2020), di Kabupaten Dairi pada ketinggian 400-1700 m dpl (Matanari, 2019), di Kabupaten Karo pada ketinggian 860 m dpl (Sinuhaji, 2010), dan di Kabupaten Tapanuli Utara pada ketinggian >1.000 m dpl (Sormin, 2012).

Koeppé and DeLong (1958) menyatakan altitude berpengaruh terhadap tekanan udara, temperatur, presipitasi, kelembaban dan radiasi. Makin tinggi altitude makin rendah tekanan udara, temperatur udara rata-rata, dan radiasi matahari, tetapi presipitasi makin tinggi. Menurut Alvim and Kozłowski (1977), periode pemasakan buah kakao berlangsung 5-6 bulan yang dipengaruhi oleh ketinggian tempat, di dataran rendah buah masak pada umur sekitar 5 bulan, sedangkan pada ketinggian 500 m dpl buah masak pada umur sekitar 6 bulan.

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu penelitian kakao di dataran tinggi (>800 m dpl) khususnya di Kabupaten Humbahas, untuk mengetahui: (1) karakteristik buah dan biji kakao, (2) bagaimana hubungan mutu buah dan biji kakao dengan altitude, dan (3) ketinggian maksimum dimana tanaman kakao masih dapat tumbuh dengan baik. Tujuan penelitian ini untuk mempelajari karakteristik buah dan biji kakao pada berbagai ketinggian tempat penanaman di dataran tinggi >800 m dpl dan menentukan hubungan antara altitude dengan mutu buah kakao. Untuk mendapatkan hasil perbandingan pertumbuhan kakao di daerah dataran tinggi terutama di kabupaten Humbahas. Hipotesis penelitian ialah: ada hubungan (korelasi) antara altitude (daerah penanaman kakao) dengan karakteristik fisik buah dan biji kakao pada ketinggian >800 m dpl,

khususnya di Kabupaten Humbahas. Kegunaan penelitian untuk pengendalian mutu hasil kakao rakyat khususnya di dataran tinggi Humbahas (>800 m dpl), dan sebagai penelitian dosen dalam tridharma perguruan tinggi.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2022 sampai dengan Januari 2023, dengan perincian pengambilan sampel dari lapangan pada bulan Oktober 2022, analisis di laboratorium pada bulan Nopember 2022, dan pembuatan laporan pada bulan Januari 2023. Daerah penelitian (pengambilan sampel) ditetapkan di 4 lokasi ketinggian di Kabupaten Humbahas, Propinsi Sumatera Utara.

Bahan dan Alat. Bahan yang digunakan adalah buah kakao jenis trinitario yang mirip forastero hasil panen sebanyak 10 buah per lokasi ketinggian tempat (altitude). Alat yang digunakan antara lain: altimeter, kertas label, alat tulis, oven, ember, kantong plastik, pisau, jangka sorong, timbangan standar, dan timbangan analitik.

Metode Penelitian. Metode penelitian adalah metode deskriptif penelitian survei (non eksperimen) (Sukandarrumidi, 2006). Daerah penelitian ditetapkan secara sengaja (*purposive*) pada 4 lokasi ketinggian tempat (altitude) di kabupaten Humbahas, Propinsi Sumatera Utara (**Tabel 1**). Sampel buah hasil panen dikumpulkan dan disortir dari buah yang rusak karena serangan hama dan cacat. Buah normal dipisahkan sedikitnya 40 buah secara komposit, kemudiandiambil 10 sampel secara acak.

Tabel 1. Lokasi Penelitian dan Jumlah Sampel

No	Lokasi Sampel	Ketinggian Tempat (m dpl)	Jumlah Sampel
1	Batu Sandiri	800 - 900 (865)	10
2	Huta Toruan	900 - 1000 (960)	10
3	Parbotihan	1000 - 1100 (1030)	10
4	Pintu Bosi	1100 - 1200 (1118)	10

Pengumpulan Data. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer kondisi tanaman kakao diperoleh dari wawancara dengan petani, pengamatan di lokasi penelitian, dan pengamatan sampel. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti Badan Pusat Statistik, literatur dan sumber-sumber lain yang ada relevan.

Analisis Data Penelitian. Data penelitian dianalisis dengan sidik ragam, regresi (Santoso, 2000) dan analisis deskriptif sesuai dengan keperluannya (Gomez dan Gomez, 1995). Analisis didasarkan pada fungsi sederhana: $Y = f(X)$ dimana Y merupakan variabel terikat yaitu: panjang buah, diameter buah, volume buah, bobot kering buah, bobot kering kolven, bobot kering biji, jumlah biji per pod, dan rata-rata bobot per biji. Sedangkan X merupakan variabel bebas yaitu ketinggian tempat (*altitude*).

Variabel Amatan (Parameter). Parameter yang diamati antara lain:

1. Ketinggian tempat (*altitude*), ditentukan dengan altimeter pada setiap lokasi tempat pengambilan sampel.
2. Karakteristik fisik buah kakao antara lain: (a) panjang buah kakao (cm) diukur dari pangkal buah hingga ujung buah, (b) diameter buah kakao (cm), diukur pada bagian tengah buah dengan menggunakan jangka sorong, (c) volume buah kakao (ml) diukur dengan gelas ukur secara volumetrik, (d) bobot kering buah (g) yaitu jumlah bobot kering kolven (kulit buah) dan bobot kering biji per buah, (e) bobot kering kolven ditentukan dengan menimbang kolven setelah pengeringan dalam oven pada temperatur 70 °C selama 72 jam.
3. Karakteristik fisik biji kakao antara lain: (a) bobot kering biji (g) ditentukan dengan menimbang biji setelah pengeringan dalam oven pada temperatur 70 °C selama 72 jam, (b) jumlah biji per buah dihitung setelah membuang biji hampa, (c) rata-rata bobot per biji ditentukan dengan cara perbandingan bobot kering biji dengan jumlah biji per buah, dan (d) rendemen biji yaitu rasio bobot kering biji dengan bobot kering buah.
4. Data penunjang yakni: data lokasi, bahan tanaman, umur tanaman, teknik budidaya, hama penyakit, dan sebagainya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lokasi Penelitian. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 865-1118 m dpl yaitu di Desa Batu Sandiri, Huta Toruan, Parbotihan, dan Pintu Bosi Kecamatan Onan Ganjang Kabupaten Humbahas. Rata-rata curah hujan 240,97 mm per bulan dan kisaran suhu harian 17-29 °C (Harianja, 2020). Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan dan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (2014), curah hujan yang sesuai untuk budidaya kakao antara 1500-2500 mm per tahun

dan rata-rata suhu 25-28°C. Jenis tanah didominasi oleh podsolik merah kuning yang berasosiasi dengan latosol dan litosol. Curah hujan dan jenis tanah pada lokasi penelitian kurang mendukung untuk budidaya kakao.

Kondisi Tanaman Kakao. Varietas kakao di daerah penelitian adalah jenis trinitario yang mirip dengan forastero. Bahan tanaman yang digunakan yaitu biji (generatif) dan belum ada penggunaan klon (vegetatif). Pemilihan klon diperlukan untuk mencapai produksi tinggi dalam jangka panjang (Maemunah dan Adelina, 2009). Umur tanaman sampel sekitar 10-16 tahun (rata-rata umur 12 tahun) pada kondisi umur produktif. Menurut Zaenuddin dan Baron (2004) produktivitas kakao mulai menurun setelah umur 15 sampai 20 tahun. Menurut Wahyudi *dkk*, (2008) usia tanaman kakao yang paling produktif adalah 5-13 tahun dan 13-19 tahun dan memiliki buah yang banyak. Kakao di lokasi penelitian umumnya tidak menggunakan pelindung dengan semestinya. Pemupukan anjuran untuk kakao dengan Urea 200 g per pohon, KCl 200 g per pohon dan SP-36 100 g per pohon, namun sebagian besar tidak dipupuk dengan konsisten. Pangkasan ringan diterapkan sesuai kebutuhan terhadap cabang berdiameter 2 cm. Hama penting seperti penggerek buak kakao (PBK), dan penyakit mati pucuk (*vascular streak dieback* atau VSD) belum dikendalikan dengan baik.

Mutu Buah Kakao. Data panjang buah, diameter buah, volume buah, bobot kering buah, bobot kering kolven, bobot kering biji, jumlah biji per buah, dan rata-rata bobot biji pada berbagai altitude dapat dilihat pada **Tabel 3**. Berdasarkan **Tabel 3** bahwa makin tinggi altitude, makin meningkat panjang buah, diameter buah, volume buah, bobot kering buah, bobot kering biji, jumlah biji per buah, dan rata-rata bobot biji, sedangkan bobot kering kolven makin menurun. Sebagai perbandingan, morfologi buah kakao di dataran rendah pada ketinggian 207 m dpl, suhu udara 28 °C, kelembaban udara 79%, dan pH tanah 8 diketahui panjang buah 8,1-16,3 cm, diameter buah 8,2-9,2 cm, dan jumlah biji per buah 40-50 butir (Farhanandi dan Indah, 2022).

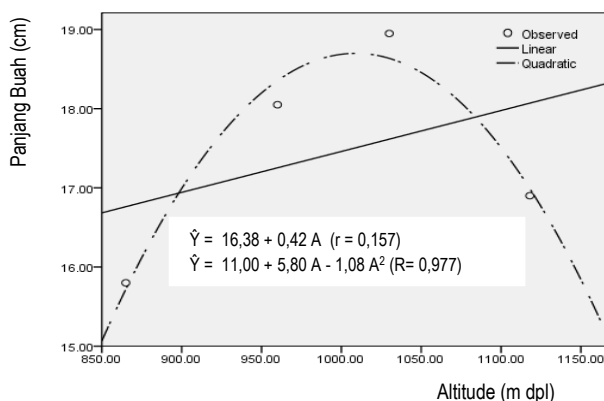
Panjang Buah. Altitude berpengaruh nyata terhadap panjang buah, terpanjang 19,0 cm terdapat pada altitude 1030 m dpl berbeda nyata dibandingkan dengan dengan altitude 865 m dpl, tetapi berbeda tidak nyata dengan altitude 960 m dpl. Regresi antara altitude dengan panjang buah kakao (**Gambar 1**) menunjukkan bahwa makin tinggi altitude makin panjang buah kakao.

Tabel 3. Rataan Parameter Karakteristik Buah dan Biji Kakao pada Berbagai Altitude

Ketinggian Tempat	Panjang Buah	Diameter Buah	Volume Buah	Bobot Kering Buah	Bobot Kering Kolven	Bobot Kering Biji	Jumlah Biji per Buah	Rata-rata Bobot Biji	Nilai Buah	Rendemen Biji
.. m dpl cm cm ml g g g ..	-	.. g % ..	-
865	15,8 c	8,2 -	440,5 -	64,05 b	39,71 -	25,35 bB	36,6 b	0,696 bB	40,2 aA	39,9 -
960	18,1 ab	8,2 -	461,0 -	85,92 a	46,91 -	39,02 aA	38,7 a	1,020 aA	27,5 bB	45,2 -
1030	19,0 a	8,2 -	481,5 -	77,32 a	47,60 -	30,58 aA	42,0 a	0,729 bA	35,0 aA	39,1 -
1118	16,9 b	8,5 -	477,5 -	75,92 a	46,35 -	31,34 aA	36,0 b	0,870 aA	32,8 aA	41,8 -
BNJ.05	1,94	-	-	20,70	-	9,98	5,11	0,24	9,49	-
BNJ.01	-	-	-	-	-	12,50	-	0,30	11,89	-

Ket.: Notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ (huruf kecil) dan $\alpha = 1\%$ (huruf besar).

Perubahan temperatur mempengaruhi karakter morfologi dan anatomi tanaman. Faktor altitude mempengaruhi temperatur, intensitas cahaya, kelembaban, maupun pH tanah sehingga menyebabkan karakteristik kakao yang berbeda. Makin tinggi altitude makin rendah temperaturnya tetapi makin tinggi kelembaban. Setiap kenaikan altitude 100 m dpl maka temperatur akan turun sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$ secara rata-rata, hal ini dikenal sebagai laju penurunan temperatur normal pada semua lintang dan waktu. Menurut Wijayanto dan Nurunnajah (2012) terjadinya perubahan iklim mikro akan mempengaruhi kondisi dan produksi tanaman, karena perubahan iklim mikro akan mengubah keadaan lingkungan tanaman.

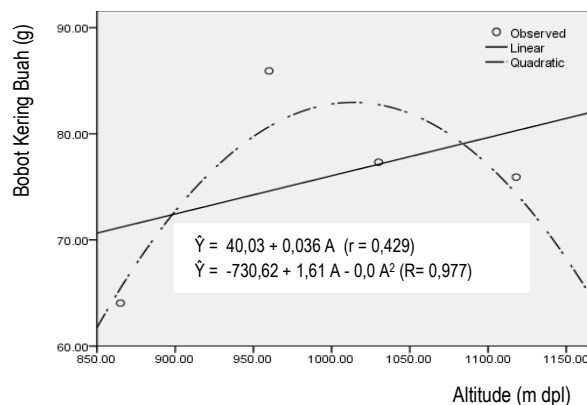


Gambar 1. Regresi altitude dengan panjang buah

Diameter dan Volume Buah. Altitude berpengaruh tidak nyata terhadap diameter dan volume buah kakao. Diameter dan volume buah kakao lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan kecukupan hara tanaman. Menurut Yusianto (2015) suplai hara yang cukup untuk perkembangan buah diperlukan pada minggu 18-20 minggu setelah pembungaan, dimana pada umur tersebut pembentukan dan pembesaran biji berjalan dengan cepat. Selanjutnya pertumbuhan buah akan melambat dengan terjadinya

pemasakan buah yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kekuning-kuningan.

Bobot Kering Buah (Kolven dan Biji). Altitude berpengaruh nyata terhadap bobot kering buah kakao, bobot tertinggi 85,92 g terdapat pada altitude 960 m dpl, berbeda nyata dibandingkan dengan altitude 865 m dpl tetapi berbeda tidak nyata dengan altitude 1030 dan 1118 m dpl (**Tabel 3**). Regresi antara altitude dengan bobot kering buah kakao (**Gambar 2**) menunjukkan bahwa makin tinggi altitude makin meningkat bobot kering buah kakao.

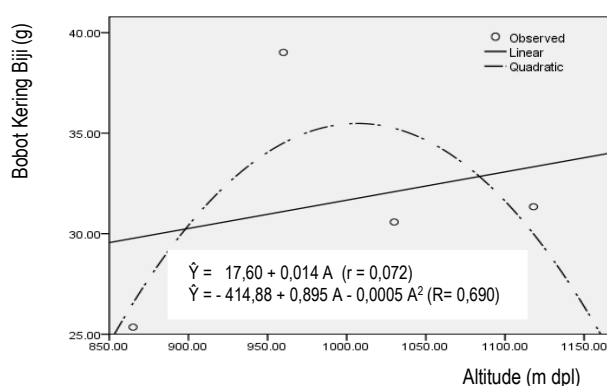


Gambar 2. Regresi altitude dengan bobot kering buah

Peningkatan altitude dibarengi dengan penurunan temperatur, penurunan temperatur akan menurunkan proses metabolisme tanaman dan memperpanjang umur pematangan buah, masa pengisian buah lebih lama memungkinkan bobot kering buah kakao meningkat. Menurut Karim, *et al* (1996) altitude mempengaruhi iklim mikro. Kondisi curah hujan, bulan kering, temperatur dan kelembaban adalah beberapa faktor iklim yang sangat mempengaruhi produktivitas kakao. Peningkatan altitude dibarengi dengan penurunan temperatur, penurunan temperatur akan menurunkan proses metabolisme tanaman dan memperpanjang umur

pematangan buah, masa pengisian buah lebih lama memungkinkan bobot kering buah kakao meningkat.

Bobot Kering Biji dan Kolven. Bobot kering buah ditentukan oleh bobot kering biji dan bobot kering kolven. Altitude berpengaruh nyata terhadap bobot kering biji tetapi tidak nyata terhadap bobot kering kolven (kulit buah). Bobot kering biji tertinggi 39,02 g pada altitude 960 m dpl (**Tabel 3**), berbeda nyata dengan dibandingkan dengan altitude 865 m dpl, tetapi berbeda tidak nyata dengan altitude 1030 dan 1118 m dpl. Regresi antara altitude dengan bobot kering biji kakao (**Gambar 3**) menunjukkan bahwa makin tinggi altitude makin meningkat bobot kering biji.

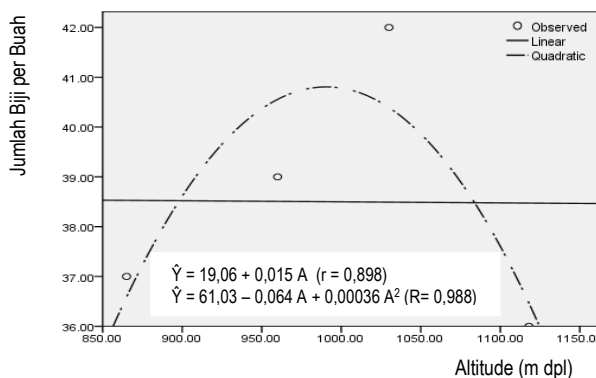


Gambar 3. Regresi altitude dengan bobot kering biji

Peningkatan altitude dibarengi dengan penurunan temperatur, dan penurunan proses metabolisme tanaman, sehingga umur pematangan buah/biji lebih lama, masa pengisian biji lebih lama sehingga bobot kering biji kakao meningkat. Menurut Karmawati *dkk.* (2010) bahwa penurunan temperatur menyebabkan pulp biji kakao lebih banyak.

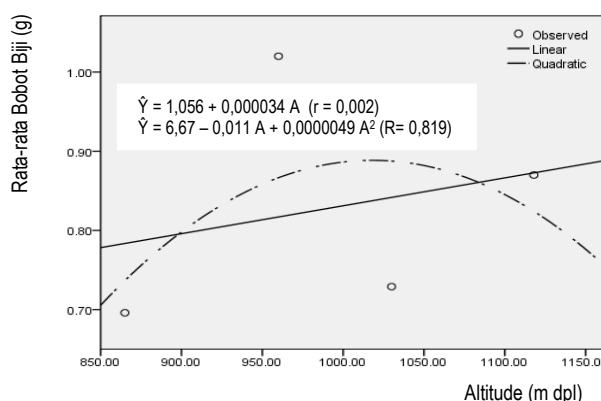
Jumlah Biji per Buah. Altitude berpengaruh nyata terhadap jumlah biji per buah, tertinggi 42,0 biji per buah pada altitude 1030 m dpl, berbeda nyata dibandingkan dengan ketinggian 865 dan 1118 m dpl tetapi berbeda tidak nyata dengan ketinggian 960 m dpl (**Tabel 3**). Regresi antara altitude dengan jumlah biji per buah (**Gambar 4**) menunjukkan bahwa makin tinggi altitude makin meningkat jumlah biji per buah. Serangga berperan penting dalam penyerbukan hingga pembentukan buah kakao, serangga dapat meningkatkan fruit set. Penyerbukan yang baik oleh bantuan serangga pada bunga kakao akan menghasilkan ukuran, diameter, bobot buah, dan jumlah biji yang lebih

besar. Semakin tinggi frekuensi penyerbukan serangga, maka peluang terbentuknya biji akan semakin tinggi dan mempengaruhi ukuran buah kakao. Secara umum, biji yang terdapat pada buah kakao berkisar antara 40-50 biji (Nugroho *et al.*, 2019). Secara alamiah, tanaman kakao merupakan tanaman menyerbuk silang dengan agen penyerbuk berupa angin dan serangga. Di dataran tinggi, produktivitas kopi arabika meningkat 20-25% dengan adanya serangga penyerbuk (Fahri *et al.*, 2016).



Gambar 4. Regresi altitude dengan jumlah biji per buah

Rata-rata Bobot Biji. Altitude berpengaruh nyata terhadap rata-rata bobot biji, bobot biji tertinggi 1,02 g terdapat pada altitude 960 m dpl, berbeda nyata dibandingkan dengan ketinggian 856 m dpl, tetapi berbeda tidak nyata dengan ketinggian 1118 m dpl (**Tabel 3**). Regresi antara altitude dengan rata-rata bobot biji (**Gambar 5**) menunjukkan bahwa makin tinggi altitude cenderung menurun rata-rata bobot biji.

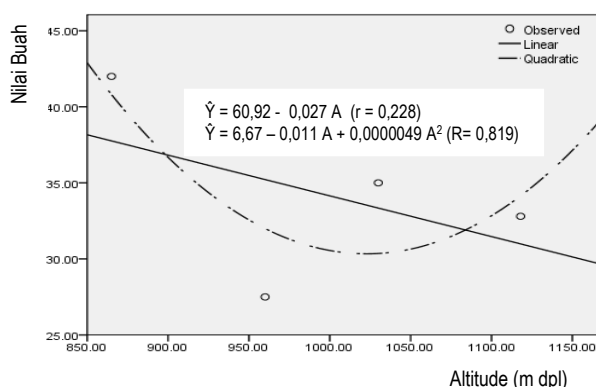


Gambar 5. Regresi altitude dengan rata-rata bobot biji

Menurut Siregar *dkk.* (2012) bahwa ketinggian tempat yang ideal untuk penanaman kakao adalah <800 m dpl. Penelitian Daymond and Hadley (2008) yang menyatakan bahwa rata-

rata bobot biji kakao makin menurun dengan menurunnya temperatur harian. Menurut Najihah *et al*, (2018) bahwa temperatur optimum untuk pertumbuhan kakao adalah kombinasi temperatur malam 24°C dan temperatur siang 30°C. Perubahan temperatur dalam kisaran antara 25°C dan 29°C merupakan kondisi yang menguntungkan untuk pertumbuhan kakao (Yoroba *et al*, 2019). Keragaman hasil biji per buah juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya dan temperatur lingkungan.

Nilai Buah dan Rendemen Biji. Altitude berpengaruh nyata terhadap nilai buah, nilai buah terbaik 27,5 dengan rendemen biji 45,2 terdapat pada altitude 960 m dpl. Regresi antara altitude dengan nilai buah (**Gambar 6**) menunjukkan bahwa makin tinggi altitude makin menurun nilai buah.



Gambar 6. Regresi altitude dengan nilai buah

Peningkatan altitude diikuti dengan umur pematangan buah/biji lebih lama (Alvim and Kozlowski, 1977) dan masa pengisian biji lebih lama sehingga bobot kering biji kakao meningkat.

Pembahasan Umum. Grafik panjang buah, diameter buah, volume buah, bobot kering buah, bobot kering kolven, bobot kering biji, jumlah biji per buah dan rata-rata bobot biji disajikan pada **Gambar 7**. Karakteristik buah dan biji kakao di dataran tinggi (>800 m dpl) dipengaruhi oleh perbedaan altitude dan kondisi lokasi penanaman. Di dataran tinggi terjadi penurunan temperatur lingkungan dengan meningkatnya altitude, selanjutnya mempengaruhi kelembaban dan angin. Hal ini membuat proses metabolisme tanaman menjadi berubah. Menurut Omolaja *et al*, (2010) bahwa proses fisiologis dan perkembangan tanaman kakao sangat sensitif terhadap

temperatur, sehingga perubahan temperatur lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi biji kakao. Kisaran temperatur yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi kakao adalah antara 25-29°C (Yoroba *et al*, 2019). Kelimpahan serangga penyerbuk pada tanaman kakao dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Aktivitas serangga efektif pada kisaran suhu 15-45°C, lebih maksimal pada suhu optimum 25°C. Populasi serangga berkembang pada cuaca yang lembab dengan kisaran 65%-90%, sedangkan cuaca yang sangat kering atau curah hujan tinggi akan menghambat pertumbuhan populasi serangga. Aktivitas serangga penyerbuk pada pagi hari 653,3 lux dan sore hari 610,3 lux merupakan kondisi yang baik bagi serangga pollinator (Amirullah *et al*, 2018).

Korelasi antar Parameter. Korelasi antar (**Tabel 4**) menunjukkan bahwa altitude berkorelasi positif dengan panjang buah, diameter buah, volume buah, bobot kering buah, bobot kering biji, jumlah biji per buah dan rata-rata bobot biji, tetapi berkorelasi negatif dengan bobot kering kolven. Panjang buah berkorelasi kuat (<0,500) dengan diameter buah, volume buah, bobot kering buah, bobot kering biji, jumlah biji per buah, dan rata-rata bobot biji. Bobot kering buah berkorelasi kuat dengan bobot kering kolven, bobot kering biji, dan rata-rata bobot biji. Bobot kering biji berkorelasi kuat jumlah biji per buah dan rata-rata bobot biji

Tabel 4. Korelasi Antar Peubah yang Diamati

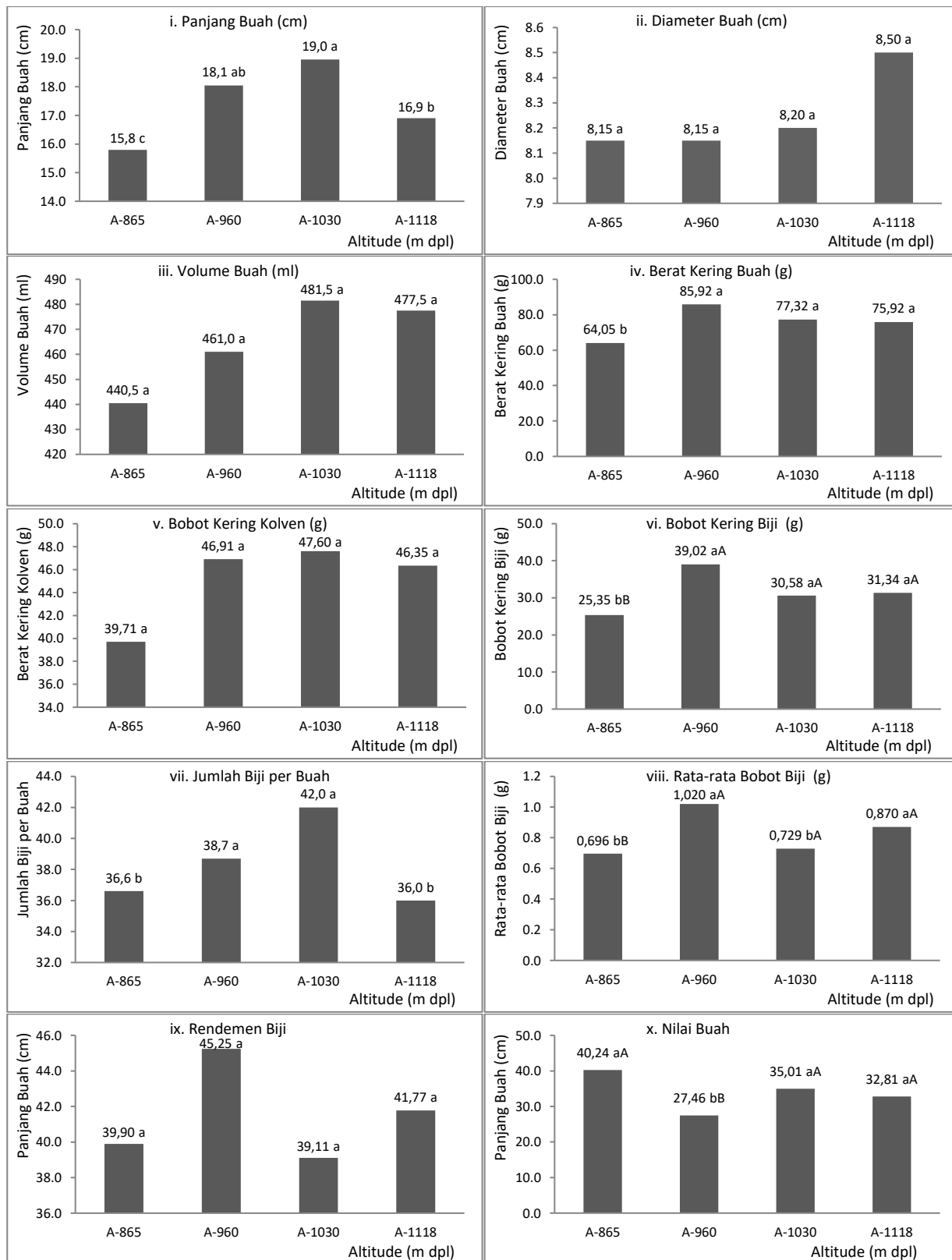
Peubah	KT	PB	DB	VB	BKB	BKK	BKBj	JBjB
KT	-							
PB	0,59	-						
DB	0,72	0,88 ^{tn}	-					
VB	0,32	0,91*	0,70 ^{tn}	-				
BKB	0,12	0,81 ^{tn}	0,61 ^{tn}	0,79 ^{tn}	-			
BKK	-0,58	0,26 ^{tn}	-0,07 ^{tn}	0,49 ^{tn}	0,72 ^{tn}	-		
BKBj	0,40	0,90*	0,79 ^{tn}	0,79 ^{tn}	0,95*	0,47	-	
JBjB	0,95*	0,82 ^{tn}	0,86 ^{tn}	0,55 ^{tn}	0,40 ^{tn}	-0,31	0,64 ^{tn}	-
RBBj	0,40	0,66 ^{tn}	0,52 ^{tn}	0,67 ^{tn}	0,97*	0,77	0,89*	0,22 ^{tn}

$r_{0,05} = 0,88$

Keterangan :

KT	=	Ketinggian Tempat	BKK	=	Bobot Kering Kolven
PB	=	Panjang Buah	BKBj	=	Bobot Kering Biji
DB	=	Diameter Buah	JBjB	=	Jumlah Biji per Buah
VB	=	Volume Buah	RBBj	=	Rata-Rata Bobot Biji
BKB	=	Bobot Kering Buah			

Perbedaan altitude menyebabkan perbedaan temperatur, radiasi/intensitas penyinaran, tekanan



Gambar 7. Karakteristik Buah dan Biji Kakao pada Berbagai Ketinggian Tempat

udara, kelembaban (RH) dan curah hujan. Makin tinggi altitude maka radiasi matahari berkurang, temperatur menurun, kelembaban udara makin

rendah, dan tekanan udara makin rendah (Koepppe and DeLong, 1958). Altitude mempengaruhi karakteristik fisik buah dan biji kakao, karena

pada altitude yang lebih tinggi terjadi penurunan laju fotosintesis dan translokasi fotosintat (Karamoy, 2009). Pada temperatur yang lebih rendah (18-21°C) bunga kakao yang terbentuk lebih sedikit dibandingkan dengan pada temperatur udara yang lebih tinggi (Tjasadihardja, 1980).

Di dataran tinggi, angin kencang dapat merusak dan menggugurkan daun coklat sehingga menurunkan produksi (Tim Bina Karya Tani, 2010). Secara normal, buah kakao akan masak sekitar 5-6 bulan setelah penyerbukan. Buah masak berukuran 10-30 cm, setiap tongkol buah berisi 30-50 biji dengan bobot biji kering 0,8-1,3 g per biji. Di dataran rendah buah masak sekitar 5 bulan sedangkan di dataran tinggi >500 m dpl buah masak sekitar 6 bulan (Susanto, 2011). Pemasakan buah yang lebih lama memungkinkan pengisian buah yang lebih lama hingga ukuran buah maksimum dapat dicapai, sedemikian juga halnya ukuran biji maksimum dapat dicapai. Menurut Prawoto dan Karneni (1994), makin tinggi lokasi makin besar ukuran biji kakao. Secara agronomis, perkembangan buah dan biji dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti bahan tanaman, kondisi lokasi, dan tindakan agronomi. Karakteristik penting biji kakao ditentukan berdasarkan ukuran biji yakni jumlah biji (*beans account*) per 100 g dari sampel pada kadar air 6-7 %. Ukuran biji untuk kualitas ekspor antara 1,0-1,2 g atau setara dengan 85-100 biji per 100 g (Tim Bina Karya Tani, 2010).

KESIMPULAN DAN SARAN

Karakteristik fisik buah dan biji kakao berhubungan dengan altitude (ketinggian tempat). Di dataran tinggi Humbahas pada altitude 865-1118 m dpl, peningkatan altitude meningkatkan panjang buah, bobot buah, bobot biji, jumlah biji per buah, dan rata-rata bobot biji. Pada altitude tertinggi 960 m dpl didapatkan fisik buah dan biji kakao yang baik dengan panjang buah 18,10 cm, bobot kering buah 85,92 g, bobot kering biji 39,02 g, jumlah biji 38,7 per buah, dan rata-rata bobot kering 1,02 g per biji. Hasil kakao di dataran tinggi dapat ditingkatkan melalui teknik budidaya yang lebih baik khususnya pemupukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada BAPPELITBANGDA Humbahas dan UNIKA Santo Thomas Medan atas kerjasama dan bantuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, N.A.N., M.S. Saleh dan Hutomo, G.S. 2010. Karakteristik Buah Kakao yang Dipanen pada Berbagai Ketinggian Tempat Tumbuh dan Kelas Kematangan. *J Agroland*. 17(2):123-30.
- Alvim, P.T. and T.T. Kozlowski. 1977. *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press : New York - San Fransisco - London: 520 p.
- Amirullah, W.S. dan D. Afdaliana. 2018. Keanekaragaman serangga polinator di perkebunan kakao (*Theobroma cacao* L.) Desa Puudongi Kecamatan Kolono Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara.
- Azantaro. 2021. Kabupaten Samosir dalam Angka (*Samosir Regency in Figures*) 2021. Badan Pusat Statistik Kabupaten Samosir, Sumatera Utara.
- Daymond, A.J. and Hadley, P. 2008. Differential effects of temperature on fruit development and bean quality of contrasting genotypes of cacao (*Theobroma cacao*). *Annals of Applied Biology*, 153(2), 175-185. ISSN 0003-4746.
- Ditjenbun. 2021. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2020-2021. Jakarta.
- Ditjenbun. 2019. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao 2016-2019. Jakarta.
- Fahri, F., J. Jamaluddin, F. Fitralisan dan M. Sataral. 2016. Keanekaragaman Hymenoptera pada Kebun Kakao di Lembah Napu, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 5(3).
- Farhanandi, B.W., N.K. Indah. 2022. Karakteristik Morfologi dan Anatomi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Tumbuh pada Ketinggian Berbeda. *Lentera Bio* Vol. 11 (2) : 310-325.
- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. (Penerjemah: Endang Sjamsudin dan Justika S. Baharsjah), UI- Press, Jakarta: 368-436.
- Harianja, R.H. 2020. Kabupaten Humbang Hasundutan Dalam Angka 2019. Badan Pusat Statistik Kabupaten Humbang Hasundutan.
- Karamoy, L.T. 2009. Hubungan Iklim dengan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Soil Environment* 7(1):65-68.
- Karim, A., U.S. Wiradisastra, Sudarsono dan S. Yahya. 1996. Evaluasi kriteria klasifikasi kesesuaian lahan kopi Arabika Catimor di Aceh Tengah. *Jurnal Tanah Tropika*. Tahun II (3) : 74 - 82.
- Karmawati E.Z, M. Mahmud, S.J. Syakir, Munarso, A.I. Ketut dan Rubiyo. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kakao. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Koepppe, C.E. and G.C. DeLong. 1958. *Weather and Climate*. McGraw Hill Book Company Inc. New York-Toronto-London: 35,148.
- Maemunah dan E. Adelina. 2009. Lama Penyimpanan

- dan Invigorasi terhadap Vigor Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.). Media Litbang Sulteng 2(1): 56- 61.
- Matanari, A. 2019. Kabupaten Dairi dalam Angka (*Dairi Regency in Figures*) 2019. Badan Pusat Statistik Kabupaten Dairi, Sumatera Utara.
- Najihah, T., M. Ibrahim, P. Hadley and A. Daymond. 2018. The Effect of Different Day and Night Temperatures on the Growth and Physiology of *Theobroma cacao* under Controlled Environment Condition. Annual Research & Review in Biology, 27(2), 1–15.
- Nugroho, A., T. Atmowidi dan S. Kahono. 2019. Diversitas Serangga Penyerbuk dan Pembentukan Buah Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Sumberdaya HAYATI*, 5(1), 11-17.
- Omolaja, S.S., P. Aikpokpodion, S. Oyedele and D.E. Vwioko. 2010. Rainfall and temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. African Crop Science Journal, 17(1), 41– 48.
- Prawoto, A. A. dan I. A. Karneni. 1994. Pengaruh Tinggi Tempat Penanaman Kakao Terhadap Kadar Lemak dan Komposisi Asam Lemak. Pusat Penelitian Kopi dan kakao. Jember.
- Rubiyo, R. dan S. Siswanto. 2012. Peningkatan Produksi dan Pengembangan Kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Buletin RISTRI*, 3(1) 2012.
- Santoso, S. 2000. SPSS (Statistical Product and Service Solutions). Penerbit PT. Elex Media Komputindo, Jakarta: 432 hal.
- Sinuhaji, A. 2010. Profil Pertanian Kabupaten Karo. Pemerintahan Kabupaten Karo Dinas Pertanian dan Perkebunan Sumatera Utara.
- Siregar, T.H.S., S. Riyadi, dan L. Nuraeni. 2014. Budidaya Pengolahan dan Pemasaran Coklat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sormin, G. 2012. Tapanuli Utara Dalam Angka 2012. Badan Pusat Statistik Kabupaten Tapanuli Utara, Sumatera Utara.
- Sukandarrumidi. 2006. Metodologi Penelitian Petunjuk Praktis Untuk Peneliti Pemula. Gajah Mada Univeristy Press. Yogyakarta.
- Susanto, F.X. 2011. Tanaman Kakao Budidaya dan Pengolahan Hasil. Kanisius. Yogyakarta.
- Tjasadhardja, A. 1980. Beberapa Proses Fisiologi Utama Penentu Produksi Tanaman Cokelat. Balai Penelitian Perkebunan Bogor, Bogor, 11 hal.
- Tim Bina Karya Tani. 2010. Pedoman Bertanam Cokelat. CV Yrama Widya. Bandung.
- Yoroba, F., B.K. Kouassi, A. Diawara, L.A.M. Yapo, K. Kouadio, D.T. Tiemoko, Y.K. Kouadio, I.D. Koné and P. Assamoi. 2019. Evaluation of Rainfall and Temperature Conditions for a Perennial Crop in Tropical Wetland: A Case Study of Cocoa in Côte d'Ivoire. Advances in Meteorology.
- Yusianto, F. 2015. Kakao: Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan, dan Perdagangan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahyudi, T., T.R. Panggabean, dan Pujiyanto, 2008. Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wijayanto, N. dan Nurunnajah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di RPH Babakan Madang BPKH Bogor, KPH Bogor. Jurnal Silvikultur Tropika, III : 8-13.
- Zaenuddin dan J.B. Baron. 2004. Prospek Kakao Nasional. Satu Dasa Warsa (2005-2014) Mendatang Antisipasi Pengembangan Kakao Nasional Menghadapi Regenerasi Pertama Kakao di Indonesia. Prosiding Simposium kakao 2014. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Yogyakarta, 4-5 Oktober 2004 :20-28.**